
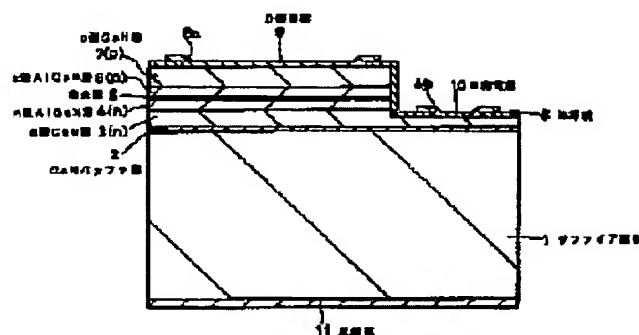


SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING ELEMENT**Publication number:** JP10308532**Publication date:** 1998-11-17**Inventor:** MORITA ETSUO; KAWAI HIROHARU**Applicant:** SONY CORP**Classification:****- international:** **H01L33/00; H01L33/00;** (IPC1-7): H01L33/00; H01S3/18**- european:** H01L33/00B6B; H01L33/00C3B; H01L33/00C4D3C**Application number:** JP19970115860 19970506**Priority number(s):** JP19970115860 19970506**Also published as:** **US6121636 (A1)****Report a data error here****Abstract of JP10308532**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor light-emitting element whose luminance degradation is prevented when it is used to be bonded on a base such as a lead frame or the like by an adhesive, whose reliability is enhanced and in which the degree of freedom of the selection of the adhesive can be increased, and to provide a semiconductor light-emitting element by which light can be taken out effectively to the outside. **SOLUTION:** In a GaN-based light-emitting diode, GaN-based compound semiconductor layers 2 to 7 which form a light-emitting structure are laminated on the surface of a sapphire substrate 1, and a reflection film 11 is formed on the rear.

Alternatively, an inverted mesa-shaped edge is formed by an etching operation on a GaN-based compound semiconductor layer forming a light-emitting diode structure, and a reflection film is formed on the edge. A p-side electrode 9 and an n-side electrode 10 are formed on the same side as the GaN-based compound semiconductor layers 2 to 7.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-308532

(43)公開日 平成10年(1998)11月17日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

C

H 0 1 S 3/18

H 0 1 S 3/18

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 8 頁)

(21)出願番号

特願平9-115860

(22)出願日

平成9年(1997)5月6日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 森田 悦男

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72)発明者 河合 弘治

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

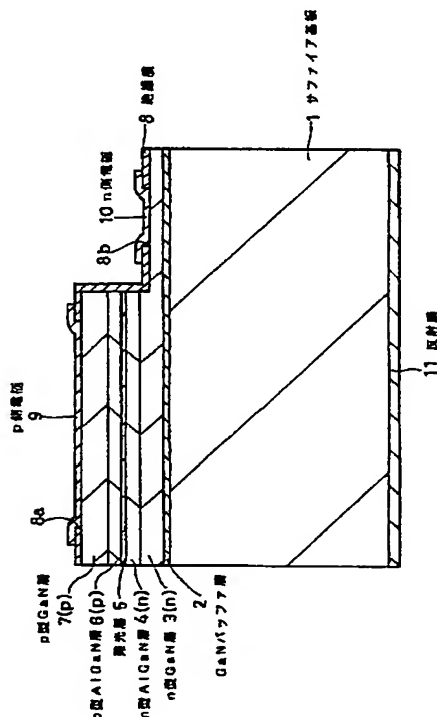
(74)代理人 弁理士 杉浦 正知

(54)【発明の名称】 半導体発光素子

(57)【要約】

【課題】 リードフレームなどの基台上に接着剤で接着して使用する場合に、輝度劣化を防止して信頼性の向上を図ることができるとともに、接着剤の選択の自由度を高くすることができる半導体発光素子を提供する。また、外部に光を有効に取り出すことができる半導体発光素子を提供する。

【解決手段】 GaN系発光ダイオードにおいて、サファイア基板1の表面に発光ダイオード構造を形成するGaN系化合物半導体層2～7を積層し、裏面に反射膜11を設ける。あるいは、発光ダイオード構造を形成するGaN系化合物半導体層にエッチングにより逆メサ形状の端面を形成し、この端面に反射膜を設ける。p側電極9およびn側電極10はGaN系化合物半導体層2～7と同じ側に設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光透過性の基板の一方の主面に発光素子構造を形成する窒化物系ⅢⅠⅠ-Ⅴ族化合物半導体層が積層された半導体発光素子において、

上記基板の他方の主面に反射膜が設けられていることを特徴とする半導体発光素子。

【請求項 2】 上記反射膜は金属または合金の膜からなることを特徴とする請求項 1 記載の半導体発光素子。

【請求項 3】 上記反射膜は多層絶縁膜からなることを特徴とする請求項 1 記載の半導体発光素子。

【請求項 4】 上記基板はサファイア基板、炭化ケイ素基板または窒化ガリウム基板であることを特徴とする請求項 1 記載の半導体発光素子。

【請求項 5】 上記基板と上記反射膜との間に光透過性の平坦化膜が設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の半導体発光素子。

【請求項 6】 上記基板に関して上記窒化物系ⅢⅠⅠ-Ⅴ族化合物半導体層と同じ側に p 側電極および n 側電極が設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の半導体発光素子。

【請求項 7】 上記窒化物系ⅢⅠⅠ-Ⅴ族化合物半導体層の端面に反射膜が設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の半導体発光素子。

【請求項 8】 基板の一方の主面に発光素子構造を形成する窒化物系ⅢⅠⅠ-Ⅴ族化合物半導体層が積層された半導体発光素子において、

上記窒化物系ⅢⅠⅠ-Ⅴ族化合物半導体層の端面の少なくとも一部が逆メサ形状を有することを特徴とする半導体発光素子。

【請求項 9】 上記端面はエッチングにより形成されたものであることを特徴とする請求項 8 記載の半導体発光素子。

【請求項 10】 上記端面に反射膜が設けられていることを特徴とする請求項 8 記載の半導体発光素子。

【請求項 11】 上記反射膜は多層絶縁膜からなることを特徴とする請求項 10 記載の半導体発光素子。

【請求項 12】 上記基板は光透過性を有することを特徴とする請求項 8 記載の半導体発光素子。

【請求項 13】 上記基板はサファイア基板、炭化ケイ素基板または窒化ガリウム基板であることを特徴とする請求項 8 記載の半導体発光素子。

【請求項 14】 上記基板の他方の主面に反射膜が設けられていることを特徴とする請求項 12 記載の半導体発光素子。

【請求項 15】 上記基板に関して上記窒化物系ⅢⅠⅠ-Ⅴ族化合物半導体層と同じ側に p 側電極および n 側電極が設けられていることを特徴とする請求項 8 記載の半導体発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、半導体発光素子に関し、特に、窒化物系ⅢⅠⅠ-Ⅴ族化合物半導体を用いた半導体発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 緑色から青色、さらには紫外線の発光が可能な半導体発光素子として、窒化ガリウム (GaN) に代表されるウルツ鉱型結晶構造を有する窒化物系ⅢⅠⅠ-Ⅴ族化合物半導体をサファイア基板や炭化ケイ素 (SiC) 基板などの上にエピタキシャル成長させて発光ダイオード構造を形成した GaN 系発光ダイオードが知られている。

【0003】 従来のダブルヘテロ構造を有する一般的な GaN 系発光ダイオードの構造を図 5 に示す。図 5 に示すように、この従来の GaN 系発光ダイオードにおいては、サファイア基板 101 上に GaN バッファ層 102、n 型 GaN 層 103、n 型 AlGaInN 層 104、GaInN からなる発光層 105、p 型 AlGaInN 層 106 および p 型 GaN 層 107 が順次積層されている。n 型 GaN 層 103 の上層部、n 型 AlGaInN 層 104、発光層 105、p 型 AlGaInN 層 106 および p 型 GaN 層 107 は、基板表面にほぼ垂直な端面を有する所定形状を有する。これらの表面を覆うように SiO₂ 膜のような絶縁膜 108 が設けられている。この絶縁膜 108 は表面保護のためのものである。この絶縁膜 108 には、p 型 GaN 層 107 の上および n 型 GaN 層 103 の上にそれぞれ開口 108a、108b が設けられている。そして、開口 108a を通じて p 型 GaN 層 107 に p 側電極 109 がコンタクトしているとともに、開口 108b を通じて n 型 GaN 層 103 に n 側電極 110 がコンタクトしている。

【0004】 このような GaN 系発光ダイオードは通常、図 6 に示すように樹脂でモールド封止が行われた状態で使用される (例えば、特開平 8-78727 号公報)。すなわち、図 6 に示すように、このモールド封止型 GaN 系発光ダイオードにおいては、図 5 に示す GaN 系発光ダイオードのサファイア基板 101 が、リードフレーム 121 の上部に設けられた凹部 121a の底面に接着剤 122 で接着されている。この凹部 121a の底面および内壁面は、動作時に GaN 系発光ダイオードの発光層 105 から発生する光を外部に取出すための反射面となっている。接着剤 122 としては、エポキシ樹脂系の接着剤が用いられている。GaN 系発光ダイオードの p 側電極 109 (図 6 においては図示せず) はワイヤー 123 によりリードフレーム 121 とボンディングされ、その n 側電極 110 (図 6 においては図示せず) はワイヤー 124 によりリードフレーム 125 とボンディングされている。そして、GaN 系発光ダイオードは、集光機能を持たせることなどを目的として、その近傍の部分のリードフレーム 121、125 とともに樹脂 126 でレンズ形状にモールド封止されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の従来のモールド封止型 GaN 系発光ダイオードにおいては、使用を続けて行くと、経時劣化、具体的には輝度劣化が生じてしまうという問題があった。これは、動作時に GaN 系発光ダイオードの発光層 105 から発生する光の影響で接着剤 122 が光学的に変色または着色することにより透過率が低下し、サファイア基板 101 の裏面から抜け出て接着剤 122 を通過し、さらにリードフレーム 121 の面で反射されて外部に取り出される光の強度が減少するためであると考えられる。

【0006】したがって、この発明の目的は、リードフレームなどの基台上に接着剤で接着して使用する場合に、輝度劣化を防止し、信頼性の向上を図ることができる半導体発光素子を提供することにある。

【0007】この発明の他の目的は、リードフレームなどの基台上に接着剤で接着して使用する場合に、接着剤の選択の自由度を高くすることができる半導体発光素子を提供することにある。

【0008】この発明の他の目的は、外部に光を有効に取り出すことができる半導体発光素子を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、この発明の第 1 の発明は、光透過性の基板の一方の主面に発光素子構造を形成する窒化物系 III-V 族化合物半導体層が積層された半導体発光素子において、基板の他方の主面に反射膜が設けられていることを特徴とするものである。

【0010】この第 1 の発明において、反射膜としては、単層または多層構造の金属または合金の膜や、酸化シリコン (SiO₂) 膜や窒化シリコン (SiN) 膜からなる多層絶縁膜などを用いることができる。また、場合によっては、窒化物系 III-V 族化合物半導体層の端面にも同様な反射膜を設けてもよい。基板としては、サファイア基板、炭化ケイ素 (SiC) 基板、窒化ガリウム (GaN) 基板などが用いられる。

【0011】この発明の第 2 の発明は、基板の一方の主面に発光素子構造を形成する窒化物系 III-V 族化合物半導体層が積層された半導体発光素子において、窒化物系 III-V 族化合物半導体層の端面の少なくとも一部が逆メサ形状を有することを特徴とするものである。

【0012】この第 2 の発明においては、窒化物系 III-V 族化合物半導体層の端面の反射率をより高め、外部に光をより有効に取り出す観点から、この窒化物系 III-V 族化合物半導体層の端面に反射膜が設けられる。この反射膜としては、典型的には、SiO₂ 膜や SiN 膜からなる多層絶縁膜が用いられる。基板は、光透過性のものであっても光非透過性のものであってもよい。光透過性の基板としては、サファイア基板、SiC

基板、GaN 基板などが用いられる。光透過性の基板を用いる場合、外部に光をより有効に取り出す観点から、好適には、基板の他方の主面にも反射膜が設けられる。

【0013】この発明において、光透過性の基板の他方の主面、すなわち裏面に反射膜が設けられる場合、この反射膜は裏面に直接設けてもよいし、裏面の平坦性が十分でないときには光透過性の平坦化膜を介して設けてもよい。このようにすることにより、基板の裏面の反射率をより高くすることができる。

【0014】この発明においては、典型的には、基板に関して窒化物系 III-V 族化合物半導体層と同じ側に p 側電極および n 側電極が設けられる。

【0015】この発明において、窒化物系 III-V 族化合物半導体は、Al、Ga および In からなる群より選ばれた少なくとも一種の III 族元素と少なくとも N を含む V 族元素とからなり、具体的には、GaN、AlGaN、GaInN などである。

【0016】上述のように構成されたこの発明の第 1 の発明によれば、基板の他方の主面、すなわち発光素子構造を形成する窒化物系 III-V 族化合物半導体層が積層された一方の主面と反対側の主面に反射膜が設けられているので、動作時にこの半導体発光素子の発光層から発生し、基板を透過して他方の主面から外部に抜け出ようとする光をこの反射膜で基板側に反射させることができる。このため、この半導体発光素子をリードフレームなどの基台上に接着剤で接着して使用する場合に、接着剤に入射する光の量を大幅に減少させることができる。

【0017】上述のように構成されたこの発明の第 2 の発明によれば、発光素子構造を形成する窒化物系 III-V 族化合物半導体層の端面の少なくとも一部が逆メサ形状を有するので、動作時にこの半導体発光素子の発光層から発生する光をこの逆メサ形状を有する端面で基板と反対側に反射させることができる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。なお、実施形態の全図において、同一または対応する部分には同一の符号を付す。

【0019】図 1 はこの発明の第 1 の実施形態によるダブルヘテロ構造を有する GaN 系発光ダイオードを示す。図 1 に示すように、この GaN 系発光ダイオードにおいては、サファイア基板 1 上に GaN バッファ層 2、n 型 GaN 層 3、n 型 AlGaIn 層 4、GaInN からなる発光層 5、p 型 AlGaIn 層 6 および p 型 GaN 層 7 が順次積層されている。n 型 GaN 層 3 の上層部、n 型 AlGaIn 層 4、発光層 5、p 型 AlGaIn 層 6 および p 型 GaN 層 7 は、基板表面にほぼ垂直な端面を有する所定形状を有する。これらの表面を覆うように例えば SiO₂ 膜のような絶縁膜 8 が設けられている。この絶縁膜 8 は表面保護のためのものである。この絶縁膜 8 に

は、p型Ga_{0.4}N層7の上およびn型Ga_{0.4}N層3の上にそれぞれ開口8a、8bが設けられている。そして、開口8aを通じてp型Ga_{0.4}N層7にp側電極9がコンタクトしているとともに、開口8bを通じてn型Ga_{0.4}N層3にn側電極10がコンタクトしている。p側電極9としては例えばAu膜が用いられ、n側電極10としては例えばTi/Au/Au膜が用いられる。

【0020】このGa_{0.4}N系発光ダイオードにおいては、図5に示す従来のGa_{0.4}N系発光ダイオードと同様な上述の構成に加えて、サファイア基板1の裏面に反射膜11が設けられている。この反射膜11は例えば単層のAu膜からなる。このようにサファイア基板1の裏面に反射膜11が設けられていることにより、動作時にこのGa_{0.4}N系発光ダイオードの発光層5から発生する光のうちサファイア基板1を透過してその裏面から外部に抜け出ようとする光をサファイア基板1側に反射させることができる。

【0021】図2は、このGa_{0.4}N系発光ダイオードを樹脂でモールド封止したものを示す。図2に示すように、このモールド封止型Ga_{0.4}N系発光ダイオードにおいては、図1に示すGa_{0.4}N系発光ダイオードのサファイア基板1の裏面の反射膜11が、リードフレーム21の上部に設けられた凹部21aの底面に接着剤22で接着されている。この凹部21aの底面および内壁面は、Ga_{0.4}N系発光ダイオードから発生する光を外部に取り出すための反射面となっている。接着剤22としては、例えばエポキシ樹脂系の接着剤が用いられる。Ga_{0.4}N系発光ダイオードのp側電極9（図2においては図示せず）はワイヤー23によりリードフレーム21とボンディングされ、そのn側電極10（図2においては図示せず）はワイヤー24によりリードフレーム25とボンディングされている。そして、Ga_{0.4}N系発光ダイオードは、集光機能を持たせることなどを目的として、その近傍の部分のリードフレーム21、25とともに樹脂26でレンズ形状にモールド封止されている。樹脂26としては、例えばエポキシ樹脂が用いられる。

【0022】このモールド封止型Ga_{0.4}N系発光ダイオードにおいては、動作時にGa_{0.4}N系発光ダイオードの発光層5から発生する光のうちサファイア基板1を透過してその裏面から抜け出ようとする光をこのサファイア基板1の裏面に設けられた反射膜11でサファイア基板1側に反射させることができることにより、接着剤22に入射する光の量を大幅に減少させることができる。また、この反射膜11により、外部に光をより有効に取り出すことができる。

【0023】次に、上述のように構成されたこの第1の実施形態によるGa_{0.4}N系発光ダイオードの製造方法およびモールド封止型Ga_{0.4}N系発光ダイオードの実装方法について説明する。

【0024】まず、このGa_{0.4}N系発光ダイオードを製造

するには、図1に示すように、サファイア基板1上に、例えば有機金属化学気相成長（MOCVD）法により、例えば550℃程度の低温でGa_{0.4}Nバッファ層2を成長させる。引き続いて、このGa_{0.4}Nバッファ層2上に、例えば1000℃程度の温度でn型Ga_{0.4}N層3、n型AlGa_{0.4}N層4、GaInNからなる発光層5、p型AlGa_{0.4}N層6およびp型Ga_{0.4}N層7を順次エピタキシャル成長させる。次に、p型Ga_{0.4}N層7上に所定形状のレジストパターン（図示せず）をリソグラフィにより形成した後、このレジストパターンをマスクとして、例えば反応性イオンエッチング（RIE）法により、n型Ga_{0.4}N層3の厚さ方向の途中の深さまで異方性エッチングすることにより溝を形成する。この後、レジストパターンを除去する。

【0025】次に、この溝の側面を含む全面に例えばCVD法やスパッタリング法などによりSiO₂膜のような絶縁膜8を形成した後、この絶縁膜8の所定部分をエッチング除去して開口8a、8bを形成する。次に、例えば真空蒸着法やスパッタリング法などにより全面に例えばAu膜を形成した後、このAu膜をエッチングにより所定形状にパターニングし、開口8aの部分にp側電極9を形成する。また、例えば真空蒸着法やスパッタリング法などにより全面に例えばTi/Au/Au膜を形成した後、このTi/Au/Au膜をエッチングにより所定形状にパターニングし、開口8bの部分にn側電極10を形成する。

【0026】次に、必要に応じてサファイア基板1の裏面をラッピングや切削などにより削ってこのサファイア基板1を所望の厚さにした後、化学機械研磨や化学エッチングなどによりこの裏面を平坦化し、鏡面とする。ただし、この平坦化の工程は、裏面が最初から鏡面となっているサファイア基板1を用いることにより省略することが可能である。

【0027】次に、サファイア基板1の裏面に真空蒸着法やスパッタリング法などにより例えばAu膜を形成して反射膜11を形成する。

【0028】ここで、サファイア基板1の裏面の平坦性を確保することができないとき、または、裏面がラッピングや切削などを行ったままの凹凸のある面であるサファイア基板1を用いる場合には、このサファイア基板1の裏面にSiO₂膜、SiN膜、ガラス膜などの光透過性の平坦化膜を形成して平坦化を行った後、この平坦化膜上に反射膜11を形成する。この平坦化膜の形成には、CVD法やスパッタリング法や真空蒸着法などが用いられる。平坦化膜としては、上述のような無機膜のほかに、アクリル系樹脂やエポキシ系樹脂などの樹脂の膜を用いることもできる。これらの樹脂膜は、スピンコート法や真空蒸着法などにより、均一でしかも平坦に形成することができる。

【0029】その後、上述のようにして発光ダイオード

構造が形成されたサファイア基板 1 をダイシングやスクライブなどにより分離してチップ化する。なお、反射膜 11 の形成はこの分離後に行うようにしてもよい。

【0030】次に、このようにして製造された GaN 系発光ダイオードを次のようにして実装する。すなわち、図 2 に示すように、GaN 系発光ダイオードのサファイア基板 1 の裏面に形成された反射膜 11 を、リードフレーム 21 の凹部 21a の底面に接着剤 22 で接着する。次に、GaN 系発光ダイオードの p 側電極 9 とリードフレーム 21 とをワイヤー 23 によりボンディングするとともに、n 側電極 10 とリードフレーム 25 とをワイヤー 24 によりボンディングする。その後、GaN 系発光ダイオードを、その近傍の部分のリードフレーム 21、25 とともに樹脂 26 でレンズ形状にモールド封止する。これによって、モールド封止型 GaN 系発光ダイオードが製造される。

【0031】以上のように、この第 1 の実施形態によれば、GaN 系発光ダイオードのサファイア基板 1 の裏面に反射膜 11 が設けられていることにより、このサファイア基板 1 をその反射膜 11 が下側にくるようにしてリードフレーム 21 の凹部 21a の底面に接着剤 22 で接着した場合、動作時に発光層 5 から発生する光のうちサファイア基板 1 を透過してその裏面から外部に抜け出ようとする光が接着剤 22 に入射するのを防止することができ、接着剤 22 に入射する光の量を大幅に減少させることができる。このため、光の影響で接着剤 22 が光学的に変色または着色するのを有効に防止することができる。これによって、接着剤 22 の本来の透過率を保つことができる。これによって、モールド封止型 GaN 系発光ダイオードの輝度劣化を防止することができ、信頼性の向上を図ることができる。さらに、動作時に発光層 5 から発生する光のうちサファイア基板 1 を透過してその裏面から外部に抜け出ようとする光は接着剤 22 に到達する前に反射膜 11 で反射されるので、接着剤 22 としてエポキシ樹脂系の接着剤のような透明な接着剤を用いる必要がなくなり、例えばより短時間で固まる接着剤やより安価な接着剤を用いることができるようになるなど、接着剤の選択の自由度を高くすることができる。

【0032】図 3 は、この発明の第 2 の実施形態による GaN 系発光ダイオードを示す。図 3 に示すように、この GaN 系発光ダイオードにおいては、n 型 GaN 層 3 の上層部、n 型 AlGaIn 層 4、発光層 5、p 型 AlGaIn 層 6 および p 型 GaN 層 7 が、逆メサ形状の端面 12 を有する。また、n 型 GaN 層 3、n 型 AlGaIn 層 4、発光層 5、p 型 AlGaIn 層 6 および p 型 GaN 層 7 の最外周にも、逆メサ形状の端面 13、14 を有する。これらの端面 12、13、14 は、これらの端面 12、13、14 で反射されて外部に取り出される光の妨げとならないようにするために、p 側電極 9 および n 側電極 10 のいずれとも重ならない位置に設けられてい

る。具体的には、端面 12 は p 側電極 9 と n 側電極 10 との間に設けられ、端面 13 は p 側電極 9 の外側に設けられ、端面 14 は n 側電極 10 の外側に設けられている。また、これらの端面 12、13、14 は、エッチングにより形成された平坦性の良好な面からなり、散乱あるいは乱反射による光損失は極めて少ない。これらの端面 12、13、14 には反射膜 15 が設けられている。この反射膜 15 としては、多層絶縁膜が用いられる。ここで、これらの端面 12、13、14 の傾斜角度は、動作時にこの GaN 系発光ダイオードの発光層 5 から発生する光をより有効に外部に取り出す観点からは、好適には 45° 程度に選ばれるが、これに限定されるものではなく、必要に応じて選ぶことが可能である。また、この場合、サファイア基板 1 の裏面には反射膜 11 が設けられていない。その他のことは、第 1 の実施形態と同様であるので、説明を省略する。

【0033】この GaN 系発光ダイオードにおいては、n 型 GaN 層 3、n 型 AlGaIn 層 4、発光層 5、p 型 AlGaIn 層 6 および p 型 GaN 層 7 が逆メサ形状の端面 12、13、14 を有し、しかもこれらの端面 12、13、14 に反射膜 15 が設けられていることにより、動作時に発光層 5 から発生する光のうちこれらの端面 12、13、14 に入射する光をこれらの端面 12、13、14 でサファイア基板 1 と反対側に反射させることができる。

【0034】図 4 は、この GaN 系発光ダイオードを樹脂でモールド封止したものを示す。図 4 に示すように、このモールド封止型 GaN 系発光ダイオードにおいては、図 3 に示す GaN 系発光ダイオードのサファイア基板 1 の裏面が、リードフレーム 21 の凹部 21a の底面に接着剤 22 で接着されている。その他のことは、第 1 の実施形態と同様であるので、説明を省略する。

【0035】このモールド封止型 GaN 系発光ダイオードにおいては、動作時に発光層 5 から発生する光のうち n 型 GaN 層 3、n 型 AlGaIn 層 4、発光層 5、p 型 AlGaIn 層 6 および p 型 GaN 層 7 の端面 12、13、14 に入射する光をこれらの端面 12、13、14 でサファイア基板 1 側に反射させることができることにより、外部に光を有効に取り出すことができると同時に、接着剤 22 に入射する光の量を大幅に減少させることができる。

【0036】なお、GaN 系発光ダイオードの逆メサ形状の端面 12、13、14 に反射膜 15 を設けているのは、この GaN 系発光ダイオードを図 4 に示すように樹脂 26 でモールド封止すると、発光ダイオード構造を形成する窒化物系 III-V 族化合物半導体層と樹脂 26 との屈折率差が封止前に比べて減少するために端面 12、13、14 を透過する光が増え、これらの端面 12、13、14 による反射効果が減少することから、これを防止するためである。また、これらの端面 12、1

3、14の傾斜角度が45°程度でなくてもよい理由は、樹脂26が集光機能を有するレンズ形状にモールドされているからである。

【0037】この第2の実施形態によるGa_{0.5}N系発光ダイオードを製造するには、図3に示すように、第1の実施形態と同様に、まず、サファイア基板1上にGa_{0.5}Nバッファ層2を成長させた後、その上にn型Ga_{0.5}N層3、n型AlGa_{0.5}N層4、発光層5、p型AlGa_{0.5}N層6およびp型Ga_{0.5}N層7を順次エピタキシャル成長させる。次に、p型Ga_{0.5}N層7上に所定の形状のレジストパターン（図示せず）をリソグラフィーにより形成した後、このレジストパターンをマスクとして、RIE法によりn型Ga_{0.5}N層3の厚さ方向の途中の深さまでエッチングし、逆メサ形状の側面（端面12に相当する）を有する溝を形成する。この後、レジストパターンを除去する。ここで、このエッチングの際には、例えば、誘導結合プラズマ反応性イオンエッチング（ICP-RIE）装置を用い、低圧条件下で高プラズマ密度にすることによって、逆メサ形状にエッチングすることができる。圧力は、例えば1Pa以下とする。また、エッチングガスとしては、例えば塩素系のガスを含むものを用いる。

【0038】次に、この溝の側面を含む全面に例えばCVD法やスパッタリング法などによりSiO₂膜のような絶縁膜8を形成する。次に、例えばCVD法やスパッタリング法などにより端面12の部分に絶縁膜8を介して例えば多層絶縁膜からなる反射膜15を形成する。次に、絶縁膜8の所定部分をエッチング除去して開口8a、8bを形成する。この後、第1の実施形態と同様に、開口8aの部分にp側電極9を形成するとともに、開口8bの部分にn側電極10を形成する。

【0039】次に、絶縁膜8上に所定形状のレジストパターン（図示せず）をリソグラフィーにより形成した後、このレジストパターンをマスクとして、RIE法によりサファイア基板1が露出するまでエッチングすることにより、逆メサ形状の端面13、14を形成する。このエッチングには、上述と同様なICP-RIE装置および条件を用いることができる。次に、例えばCVD法やスパッタリング法などにより端面13、14に例えば多層絶縁膜からなる反射膜15をそれぞれ形成する。

【0040】この後、第1の実施形態と同様に、サファイア基板1の裏面のラッピングなどの工程以降の工程を進め、目的とするGa_{0.5}N系発光ダイオードを製造する。

【0041】そして、このようにして製造されたGa_{0.5}N系発光ダイオードを、第1の実施形態と同様な方法で実装し、図4に示すようなモールド封止型Ga_{0.5}N系発光ダイオードを製造する。

【0042】以上のように、この第2の実施形態によれば、n型Ga_{0.5}N層3、n型AlGa_{0.5}N層4、発光層5、p型AlGa_{0.5}N層6およびp型Ga_{0.5}N層7がエッチング

により形成された平坦性の良好な逆メサ形状の端面12、13、14を有し、しかもこれらの端面12、13、14に反射膜15が設けられているので、動作時に発光層5から発生する光をこれらの端面12、13、14でサファイア基板1と反対側に反射させることにより直接外部に、しかも有効に取り出すことができる。また、接着剤22に入射する光の量を大幅に減少させることができ、接着剤22の光学的な変色または着色を防止することができる。これによって、モールド封止型Ga_{0.5}N系発光ダイオードの輝度劣化を防止することができ、信頼性の大幅な向上を図ることができる。さらに、第1の実施形態と同様に、接着剤22としてエポキシ樹脂系の接着剤のような透明な接着剤を用いる必要がなくなるため、例えばより短時間で固まる接着剤やより安価な接着剤を用いることができるようになるなど、接着剤の選択の自由度を高くすることができる。

【0043】以上、この発明の実施形態について具体的に説明したが、この発明は、上述の実施形態に限定されるものではなく、この発明の技術的思想に基づく各種の変形が可能である。

【0044】例えば、上述の第1の実施形態において、必要に応じて、サファイア基板1の端面にも反射膜を設けてもよい。また、上述の第2の実施形態において、必要に応じて、サファイア基板1の裏面にも反射膜を設けてもよい。

【0045】また、上述の第2の実施形態においては、端面12、13、14は、p側電極9およびn側電極10のいずれとも重ならない位置に設けられているが、p側電極9およびn側電極10が十分に薄く構成されて透明になっている場合には、このようにする必要はなくなり、端面12、13、14の位置を自由に選択することができる。

【0046】また、上述の第1および第2の実施形態においては、発光ダイオード構造を形成する窒化物系III-V族化合物半導体層の成長にMOCVD法を用いているが、これらの窒化物系III-V族化合物半導体層の成長には例えば分子線エピタキシー（MBE）法を用いてもよい。

【0047】また、上述の第1および第2の実施形態において用いたサファイア基板1の代わりに、必要に応じて、SiC基板やGa_{0.5}N基板などを用いてもよい。

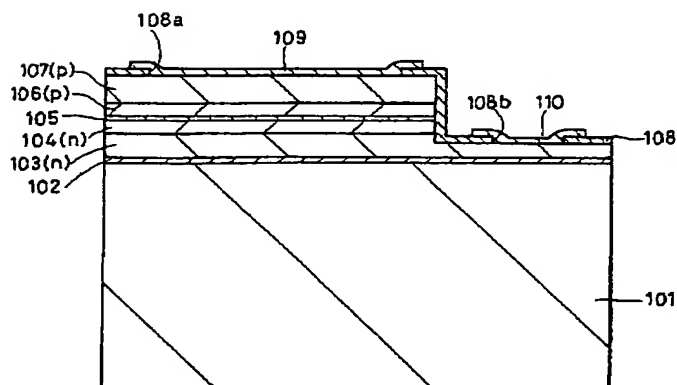
【0048】また、上述の第1および第2の実施形態においては、Ga_{0.5}N系発光ダイオードを凹部21aからなる反射構造を有するリードフレーム21上に取り付けているが、このような反射構造のないリードフレーム上にこのGa_{0.5}N系発光ダイオードを取り付けてもよく、この場合にも上述と同様な効果を得ることができる。

【0049】さらに、上述の第1および第2の実施形態においては、Ga_{0.5}N系発光ダイオードを樹脂26でモールド封止したが、封止材料としては低融点ガラスなどの

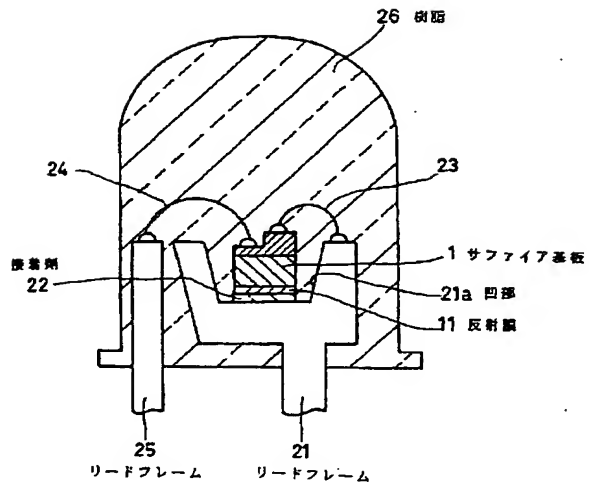
【0050】

【図面の簡単な説明】

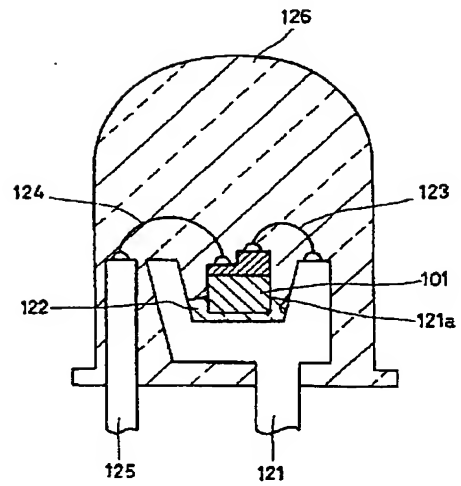
【図 1】



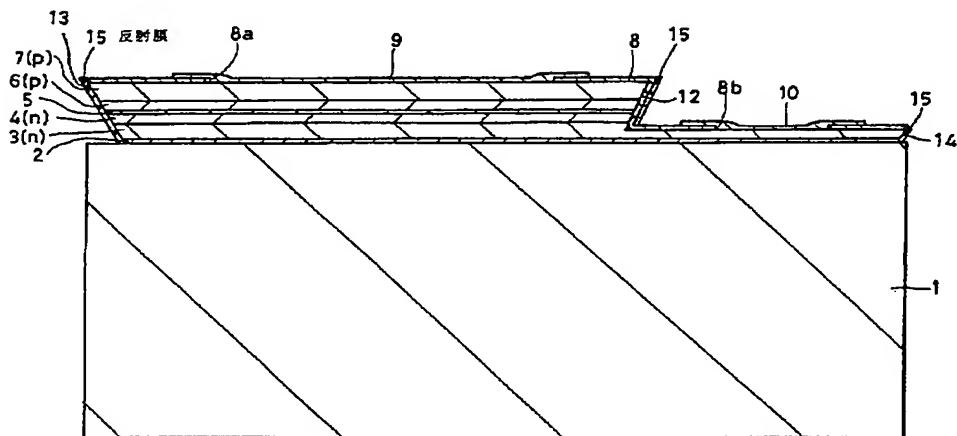
【図 2】



【図 6】



【図 3】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.